

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-118488
(43)Date of publication of application : 27.04.2001

(51)Int.Cl.

H01J 1/304

(21)Application number : 11-292382

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 14.10.1999

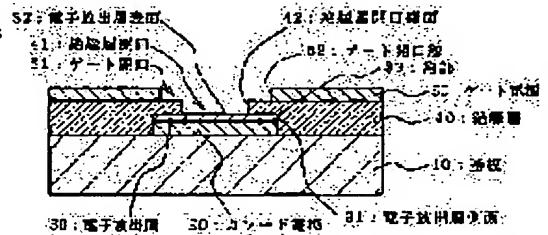
(72)Inventor : TAKEMURA HISASHI

(54) COLD CATHODE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cold cathode device for improving the focusing of the emission current by inhibiting diffusion of the electrons emitted therefrom.

SOLUTION: A gate electrode 50 is deposited over an insulating layer 40, of which an opening 41 has an electron emission layer 30 at the bottom. The gate electrode 50 around the opening 41 is separated from the exposed portion of the electron emission layer 30 by interposition of separating zone, on which a surface shield layer 70 is formed to coat the electron emission layer 30. This blocks the electrons emitted from the separating zone of the surface 32 of the electron emission layer towards the outside of the vertical direction of the surface 32, but discharging the electrons emitted from the center portion of the surface 32 towards the vertical direction, thus focusing the emission current.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-118488

(P 2 0 0 1 - 1 1 8 4 8 8 A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001. 4. 27)

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H01J 1/304

H01J 1/30

F

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平11-292382

(22) 出願日 平成11年10月14日 (1999. 10. 14)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 武村 久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100086759

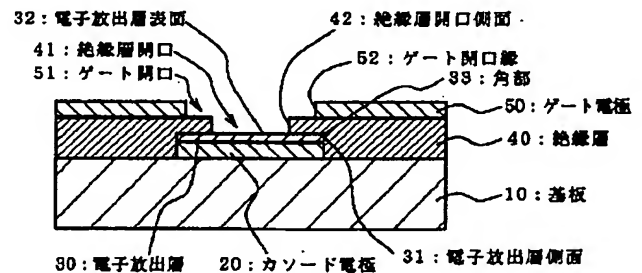
弁理士 渡辺 喜平

(54) 【発明の名称】 冷陰極装置

(57) 【要約】

【課題】 冷陰極装置における放出電子の広がり抑制してエミッション電流の集束性の向上を図る。

【解決手段】 絶縁層40上にゲート電極50を積層し、その絶縁層40の開口部41底面に電子放出層30を形成し、平面パターンで、絶縁層開口41周辺のゲート電極50と、電子放出層30の露出部とを離間帯によって離間し、この離間帯に、絶縁層40の一部からなり電子放出層30の表面を被覆する表面遮蔽層70を形成する。これにより、電子放出層表面32の離間帯から放出され該表面32の垂直方向に対して外側に向かって進行する電子の放出を抑制するとともに、電子放出層表面32の中央部から放出され該表面32に対して垂直方向に進行する電子を放出させることで、集束性の高いエミッション電流を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁層上にゲート電極を設け、前記絶縁層の開口部底面に電子放出層を設けた冷陰極装置であって、
平面パターンで、前記電子放出層の露出部と、前記開口部周囲のゲート電極とを離間させる離間帯を有し、かつ、前記電子放出層の側面が前記絶縁層と接したことを特徴とする冷陰極装置。

【請求項2】 前記離間帯に、前記電子放出層上の前記離間帯から放出される電子を遮蔽する表面遮蔽層を設けたことを特徴とする請求項1記載の冷陰極装置。

【請求項3】 前記表面遮蔽層を、前記電子放出層よりも仕事関数が高くなるようにしたことを特徴とする請求項2記載の冷陰極装置。

【請求項4】 前記表面遮蔽層を、前記絶縁層の一部として形成したことを特徴とする請求項2又は3記載の冷陰極装置。

【請求項5】 前記表面遮蔽層を、前記絶縁層厚よりも薄く形成したことを特徴とする請求項2、3又は4記載の冷陰極装置。

【請求項6】 前記表面遮蔽層を、断面において、前記開口部周囲から前記電子放出層の中央に向かうにしたがって、厚さが薄くなるように形成したことを特徴とする請求項2、3、4又は5記載の冷陰極装置。

【請求項7】 前記離間帯に酸素終端を形成したことを特徴とする請求項1記載の冷陰極装置。

【請求項8】 絶縁層上にゲート電極を設け、前記絶縁層の開口部底面にカソード電極を設けた冷陰極装置であって、
前記カソード電極の露出面の中央部に凹部を形成し、この凹部に電子放出層を埋設したことを特徴とする冷陰極装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電界放出型冷陰極装置に関し、特に、絶縁層及びゲート電極に設けられた開口の底部に電子放出層が形成された冷陰極装置に関する。

【0002】

【従来の技術】冷陰極装置は、カソード・ゲート間に電圧を印加することにより、カソード側に設けられた電子放出層から真空中に（又はアノード方向に）電子が放出される装置である。このように電子ビームの発射に要する原理及び構造が簡易なことから、冷陰極装置は、ヒータを用いてエミッション電流を制御する熱カソード装置に代わる電子銃として、近年、ディスプレイなどに利用されている。

【0003】この冷陰極装置の従来例の構成について図11を参照して説明する。同図に示すように、従来の冷陰極装置は、基板100上に選択的に形成されたカソー

ド電極200と、このカソード電極200上に成膜された電子放出層300aと、基板100及び電子放出層300a上に堆積され、該電子放出層300a上に開口が設けられた絶縁層400と、この絶縁層400上に積層されたゲート電極500と、このゲート電極500に離間した位置に設けられたアノード電極600とにより構成されている。

【0004】ここで、電子放出層300aは、仕事関数が低く、少量の印加電圧で平面からの電子放出が可能な材料、例えばダイヤモンドにより形成されている。この電子放出層300a上の電子放出面310は、従来において、先鋭な円錐形状に形成したものもあったが、上記材料を使用することで平面に形成可能となった。したがって、加工が容易となることから、製造コストの削減を図ることができる。

【0005】なお、電子放出面310における平面とは、その電子放出面310上の微小な突起部周辺の電界集中により発生する電子が、該電子放出層300aへの電圧の印加により発生する電子ビーム（エミッション電流）の集束を妨げない範囲で、該突起部が存在する面をいう。具体的には、電子放出面310にナノメートルオーダーの凹凸が存在し、この凸部に局所的に起こる電界集中により、微量の電子が誘発されたとしても、該電子放出層300aから発生したエミッション電流が、最低限の品質を確保しているものであれば、該電子放出面310は平面であるとする。

【0006】このような構成によれば、ゲート・カソード間及びアノード・カソード間に電圧を印加して電界を発生させることにより、電子放出面310から電子を放出させることができる。なお、放出された電子は、等電位線に垂直な方向に加速されて集束し、エミッション電流としてアノード電極600に到達する。この電子放出時における、電界強度は、図11中に等電位線（点線で表示）で示したような分布となる。また、放出された電子は、同図中に矢印（一点鎖線で表示）で示したような軌跡となる。

【0007】ここで、等電位線は、ゲート・カソード間では密に、アノード・カソード間では粗になる。つまり、等電位線は、カソード電極200からアノード電極600方向に膨らむように凸状に分布する。さらに、等電位線は、電子放出層300aの中央付近上において、この電子放出層300aの上面に対してほぼ平行に並ぶが、この電子放出層300aのゲート電極500近傍上では、電子放出層300a上面に対して傾きをもった分布となる。

【0008】このことから、電子放出層300aの中央付近から放出された電子は、ほぼ平行に並ぶ等電位線に対し垂直方向に進行するため、集束性の良好なエミッション電流となる。一方、電子放出層300aのゲート電極500近傍から放出された電子は、傾きをもった等電

位線の垂直方向に加速されるため、上記エミッション電流に対して外側に広がる方向に進行する。

【0009】また、電子放出層300a表面における電界強度分布は図12のようになる。同図に示すように、その電界強度は、ゲート電極500近傍において最大(E_{gmax})となる。また、該表面の中央付近においてはゲート電極500から離れるために、E_{gmax}に比べて低い値となる。

【0010】こうした従来例と同様に、平面を有する電子放出層を設けた冷陰極装置の従来技術の一例が、特開平10-92298号公報に「電子放出源およびその製造方法ならびにこの電子放出源を用いたディスプレイ装置」として開示されている。

【0011】この公報に開示の「電子放出源およびその製造方法ならびにこの電子放出源を用いたディスプレイ装置」は、基板上に、カソード電極、薄膜(電子放出層)、絶縁層、ゲート電極が積層され、ほぼ円筒形状の穴が、ゲート電極及び絶縁層を貫通して薄膜に達する深さで多数形成された構造としてある。このような構造によれば、カソード電極とゲート電極の間に電圧を印加することで、薄膜から電子を放出させることができる。

【0012】また、冷陰極装置の他の従来技術の一例が、特開平8-115654号公報に「粒子放出装置、電界放出型装置及びこれらの製造方法」として開示されている。この公報に開示の「粒子放出装置、電界放出型装置及びこれらの製造方法」によれば、カソード電極と絶縁層とゲート電極とを積層し、ゲート電極と絶縁層とを貫通してカソード電極に達する微小な穴を設け、この微小な穴の底面に電子放出物質からなる薄膜を形成する構成としてある。このような構成によれば、カソード・ゲート間に電圧を印加することにより、冷陰極である薄膜から電子を放出させることができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図11に示した従来例については、電子放出層300aのゲート電極500近傍周辺における等電位線が高密度となるとともに、電子放出層300a表面に対して傾きがあるため、該ゲート電極500近傍から放出された電子が、電子放出面310に対して垂直ではなく、傾きのある等電位線に対し垂直方向に進行する。このためエミッション電流の集束性が悪化していた。さらに、傾きのある等電位線に対し垂直方向に進行した電子が、ゲート電極500に入射しやすくなるために、ゲートリーク電流が発生・増大することもある。

【0014】また、特開平10-92298号公報に開示の「電子放出源およびその製造方法ならびにこの電子放出源を用いたディスプレイ装置」、及び、特開平8-115654号公報に開示の「粒子放出装置、電界放出型装置及びこれらの製造方法」の従来技術においても、上記従来例と同様に、傾きのある等電位線に対し垂直方

向に進行する電子放出を阻止することはできなかった。

【0015】ここで、上記課題であるエミッション電流の集束性の悪化を抑制する手段として、図13に示すように、露出面積の小さい電子放出層300bを、カソード電極200の中央付近に形成する手段が考えられる。すなわち、図11において、等電位線が電子放出面310に対して平行に並ぶ領域に限定して、電子放出層300bを形成するようにする。このような形成によれば、電子放出面310から放出された電子を、該面310に対して垂直な方向に飛翔させることができる。

【0016】しかし、上記のように電子放出層300bが形成されると、この側面320及び角部330が露出することになる。このため、該角部330において電界集中が起こり等電位線を歪曲する。したがって、該側面320から放出された電子はその歪曲した等電位線にしたがって進行することになり、結局はエミッション電流の集束性の悪化を抑制することができなかった。

【0017】本発明は、上記の問題を解決すべくなされたものであり、絶縁層開口の底面に電子放出層を有する電界放出型冷陰極装置において、放出電子の広がりを抑制してエミッション電流の集束性の向上を可能とする冷陰極装置の提供を目的とする。

【0018】なお、特開平10-125215号公報に開示されている「電界放射薄膜冷陰極及びこれを用いた表示装置」は、電子放出層を、基板上面に設けられた球状の凹曲面上に形成することで電子を集束させることとしている。しかし、この公報に記載の従来技術においても、電子放出層上のゲート電極近傍における放出電子の広がりが抑制されないことから、本発明の目的を達成することはできない。

【0019】

【課題を解決するための手段】この目的の達成を図るため、本発明の請求項1記載の冷陰極装置によれば、絶縁層上にゲート電極を設け、絶縁層の開口部底面に電子放出層を設けた冷陰極装置であって、平面パターンで、電子放出層の露出部と、開口部周囲のゲート電極とを離間させる離間帯を有し、かつ、電子放出層の側面が絶縁層と接した構成としてある。

【0020】このように、平面パターンで、電子放出層の露出部と、開口部周囲のゲート電極とを離間させる離間帯を有することとすれば、電子放出層から放出された電子が、その離間帯において発生する傾きのある等電位線から影響を受けずに進行することができる。

【0021】したがって、放出電子の広がりが抑制され、集束性の良好なエミッション電流を得ることができる。さらに、電子放出層の側面が絶縁層と接して露出しないようにすることにより、該電子放出層の角部が露出しないため、この角部に起こる電界集中による電界強度分布の歪曲を防止することができる。よってエミッション電流の直線性を維持することができる。

【0022】また、請求項2によれば、離間帯に、電子放出層上の離間帯から放出される電子を遮蔽する表面遮蔽層を設けた構成としてある。このような構成によれば、電子放出層上の周辺部において、該電子放出層表面に対して傾きのある等電位線により放出される電子を、表面遮蔽膜により遮断することができる。したがって、放出電子の広がり抑制により、エミッション電流の集束性を高めることができる。

【0023】また、請求項3によれば、表面遮蔽層を、電子放出層よりも仕事関数が高くなるようにした構成としてある。このような構成によれば、表面遮蔽層において、電子放出層上の周辺部から入射した電子が、高い仕事関数により放出されにくくなるため、該電子によるエミッション電流の品質の悪化を阻止することができる。

【0024】また、請求項4によれば、表面遮蔽層を、絶縁層の一部として形成した構成としてある。このような構成によれば、該冷陰極装置の製造過程において、絶縁層をエッチング加工することが同時に表面遮蔽層を形成することとなるため、製造工程の効率化を図ることができる。さらに、絶縁層と表面遮蔽層とで異なる材料を用意する必要がないため、材料コストを削減することができる。

【0025】また、請求項5によれば、表面遮蔽層を、絶縁層厚よりも薄く形成した構成としてある。このような構成によれば、表面遮蔽層において、電子放出層から放出された電子の入射する面積が狭くなるため、帯電を抑えることができるとともに、この帯電による電界強度分布への影響を減少させることができる。

【0026】また、請求項6によれば、表面遮蔽層を、断面において、開口部周囲から電子放出層の中央に向かってにしたがって、厚さが薄くなるように形成した構成としてある。このような構成によれば、表面遮蔽層の表面積が狭くなるため、この表面から入射する電子量が少なくなる。よって、この表面遮蔽層が帯電しにくくなり、沿電効果又は電界強度分布への影響を抑制することができる。

【0027】また、請求項7によれば、離間帯に酸素終端を形成した構成としてある。このような構成によれば、電子放出層の露出部上の周辺部から電子を放出しにくくすることができる。すなわち、電子放出層表面に対して垂直方向よりも外側に傾いた方向に進行する電子の放出を抑制できるため、エミッション電流の品質を保持することができる。

【0028】また、請求項8によれば、絶縁層上にゲート電極を設け、絶縁層の開口部底面にカソード電極を設けた冷陰極装置であって、カソード電極の露出面の中央部に凹部を形成し、この凹部に電子放出層を埋設した構成としてある。このような構成によれば、カソード電極の表面上の等電位線が、該凹部に合わせた凹状になるため、電子放出層から放出される電子を、電子放出層の中

央付近上に集束させることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【第一実施形態】まず、本発明の冷陰極装置の第一実施形態について、図1を参照して説明する。同図は、第一実施形態の冷陰極装置の構成を示す断面図である。

【0030】同図に示すように、本実施形態の冷陰極装置は、基板10上に選択的に形成された導電性膜よりなるカソード電極20と、このカソード電極20上に成膜された電子放出層30と、基板10上及び電子放出層30上の一部に堆積され、電子放出層30上に開口41を設けた絶縁層40と、この絶縁層40上に積層されたゲート電極50とを備えている。

【0031】ここで、カソード電極20は、電子放出層30とともに陰極を形成する。そして、ゲート電極50との間に電圧の印加にともなう電界を発生させることによって、電子放出層30に電子を放出させる。

【0032】電子放出層30は、仕事関数が低く、平面上からの電子放出が可能な材料、例えばダイヤモンドにより形成される。これにより、該電子放出層30の製造において、電界集中させるための突起部を形成する工程が必要でなくなることから、製造コストの削減を図ることができる。

【0033】また、電子放出層30は、この側面31が、絶縁層開口41に露出しないように形成されている。仮に、電子放出層側面31が露出しているとする、この側面31と上面32とに挟まれた角部33が露出する。この露出した角部33の周囲には電界が集中することから、電界強度分布を歪曲させ、エミッション電流の集束に悪影響を与える。したがって、電子放出層側面31を露出しないように形成することにより、電界強度分布の歪曲をなくするとともに、良好なエミッション電流を得ることができる。

【0034】ゲート電極50は、絶縁層開口41上に開口（ゲート開口）51を有するとともに、後述するが平面パターンにおいて、この開口51の開口縁（ゲート開口縁）52が、電子放出層30の露出部34と離間して形成される。

【0035】次に、本実施形態の冷陰極装置の作用について図2、図3を参照して説明する。なお、図2においてはゲート電極50上の離間した位置にアノード電極60を形成してある。

【0036】まず、図3に示す冷陰極装置の各電極間の距離を、カソード電極20とアノード電極60との間を2mm、カソード電極20とゲート電極50との間を1μmと定める。なお、電子放出層30の厚さを100nmとする。次いで、各電極間の印加電圧を、カソード・アノード間を2kV、カソード・ゲート間を5Vと設定する。なお、カソード電極20は接地する。

【0037】そして、これらの設定にしたがって電圧を印加すると、各電極間に電界が発生する。このときの電界強度は、カソード・アノード間が $1\text{ V}/\mu\text{m}$ 、カソード・ゲート間が $5\text{ V}/\mu\text{m}$ である。このように電界が発生すると、電子放出層30上の電界強度の最大値 E_{gmax} がカソード・ゲート間の電界強度とほぼ等しい $5\text{ V}/\mu\text{m}$ 程度となる。

【0038】一方、電子放出層30のエミッション閾値電界強度 E_{th} を $3\text{ V}/\mu\text{m}$ とすると、電子放出層30上の E_{gmax} が E_{th} より高くなる。このため、電子放出層表面32上の電界に誘引されて該表面32から電子が放出される。そして、この電子は、等電位線に垂直な方向に加速されながら集束し、エミッション電流としてアノード電極60に到達する。

【0039】このような構成における等電位線70及び電子の軌跡80は図2に示すようになる。ここで、等電位線70は、カソード・アノード間では粗に、カソード・ゲート間では密となる。つまり、等電位線は、カソード電極20からアノード電極60に膨らむように凸状に分布する。

【0040】さらに、等電位線70は、電子放出層30の中央付近上においては、電子放出層表面32に対してほぼ平行に並ぶが、該表面32のゲート電極50近傍上では、該表面に対して傾きのある分布となる。このことから、該中央付近から放出された電子は、ほぼ平行に並ぶ等電位線に垂直に進行するため、集束性の良好なエミッション電流となる。なお、このようにエミッション電流として集束可能な電子が放出される電子放出層表面32の中央付近を集束電子放出領域34とする。

【0041】一方、電子放出層表面32のゲート電極50近傍から放出された電子は、傾きのある等電位線にしたがうため、上記エミッション電流より広がる方向に進行する。なお、このようにエミッション電流に集束されない電子が放出される電子放出層30の上面のゲート電極5近傍を非集束電子放出領域35とする。

【0042】また、本構成における電子放出層表面32上の電界強度分布は図3に示すようになる。同図によると、電界強度は、非集束電子放出領域35において最大電界強度 E_{gmax} ($5\text{ V}/\mu\text{m}$)となる。また、集束電子放出領域34においてはゲート電極50から離れているために、 E_{gmax} に比べて低い値となるが、比較的安定した分布を示す。

【0043】また、本実施形態の冷陰極装置の構成の平面パターンを図4に示す。なお、同図中A-A断面が図1に示す冷陰極装置の断面構成図となる。図4に示すように、ゲート開口51内には、集束電子放出領域34がゲート開口縁52に離間して形成されており、その離間した部分(離間帯)が非集束電子放出領域35となる。本実施形態の場合、この非集束電子放出領域35上には、絶縁層40が形成されている。

【0044】このような構成によれば、非集束電子放出領域35からの電子の放出を絶縁層40により抑制することができる。したがって、電子は集束電子放出領域34のみから真空中に放出されるため、集束性の良好なエミッション電流を得ることができる。さらに、ゲート電極50への電子の入射が抑制されることから、ゲートリーク電流の発生を抑えることができる。

【0045】なお、同図において、ゲート電極50上にはゲート開口51が四つ設けられているが、四つに限るものではない。また、他の図面(図1、図3、図5～図9)についても、冷陰極装置には複数のゲート開口51が形成され、そのうちの一つについて示しているものとする。

【0046】次に、本実施形態の冷陰極装置の製造工程順を図5(a)～(e)を参照して説明する。まず、同図(a)において、基板10上に、導電性の金属材料からなるカソード電極20が、CVD法(化学蒸着法)あるいはスパッタ法などの方法により積層形成される。

【0047】ここで基板10には、ガラス基板、又は、絶縁層で覆われたシリコン基板などが用いられる。また、カソード電極20を形成する金属材料には、例えばニッケル、白金、タングステン、クロム、シリコンが用いられる。なお、カソード電極20の厚さは200nmが望ましい。

【0048】続いて、そのカソード電極20上に、ダイヤモンドなどで形成される電子放出層30が、CVD法などにより100nmから5 μm の膜厚に成膜される。ここで、電子放出層30の形成材料にダイヤモンドを用いる場合の成膜方法としては、熱フィラメントCVD法がある。この方法では、 CH_4/H_2 流量比を5%以下、ガス圧を15～25 Torr、成長時の基板温度を800℃から900℃の形成条件に設定して形成を行う。すると、同図(a)のようにカソード電極20上には連続膜であるダイヤモンドよりなる電子放出層30が成膜される。

【0049】なお、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)を成膜する場合は、CVD成長時の CH_4/H_2 流量比を50%～70%、ガス圧を5～10 Torr、成長時の基板温度を400℃～650℃とすることで形成可能である。また、カーボンナノチューブを塗布し電子放出層30として用いてもよい。こうして形成されたカソード電極20および電子放出層30は、同図(b)に示すように、通常のフォトリソグラフィ法により加工され配線が形成される。

【0050】次いで、シリコン酸化膜よりなる絶縁層40をCVD法により約1 μm から50 μm 厚に堆積する。なお、絶縁層40の材質はシリコン酸化膜に限るものではなく、絶縁性を有していれば他の材料でもよい。

【0051】そして、同図(c)に示すように、例えばタングステンをスパッタ法により約200nm厚に積層

10

20

30

40

50

し、所望の配線形状にフォトリソグラフィ技術を用いて加工してゲート電極50を形成する。このゲート電極50は、同図(d)に示すように、通常フォトリソグラフィ法を使用して、異方性エッチングにより除去して開口を形成する。

【0052】さらに同図(e)に示すように、フォトリソグラフィ法によりゲート電極50の開口内に露出した絶縁層40をゲート電極50の開口より内側で選択的に開口を形成し、電子放出層30を露出させる。以上により冷陰極装置が形成される。

【0053】このような製造工程によれば、電子放出層30の非集束電子放出領域35上に絶縁層40を形成することができる。したがって、電子放出層30の露出面が集束電子放出領域34と同じ領域となるため、該露出面上には、傾きのない均一な電界強度があることから、良好なエミッション電流を得ることができる。

【0054】〔第二実施形態〕次に、本発明の第二実施形態について図6を参照して説明する。同図は同実施形態の冷陰極装置の断面図である。本実施形態にかかる冷陰極装置は、上述した第一実施形態の変更実施形態であり、同実施形態と比べて、非集束電子放出領域35上に形成された絶縁層40の断面形状において相違する。

【0055】すなわち、該断面形状を、第一実施形態では、矩形で、かつ側面(図1の絶縁層開口側面42)を有する形状としているのに対し、本実施形態においては、断面において、ゲート開口縁52から電子放出層30の中央部に向かうにしたがって厚さが薄くなる形状としている。他は第一実施形態と同様な構成である。したがって、第一実施形態と同様の構成成分については、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0056】上述したように本実施形態では、電子放出層30上の非集束電子放出領域35に形成された絶縁層40の厚さが、断面において、電子放出層30の中央に向かう方向に幅が狭くなる形状としてある。このような形状とすれば、非集束電子放出領域35上に堆積された絶縁層40の表面積が小さくなるため、電子放出層30から放射された電子が入射しにくくなる。

【0057】したがって、電子の入射による帯電が生じにくくなることから、沿面放電を抑制できるとともに、絶縁層40周辺の電界強度分布及び電子軌道への影響を抑えることができる。なお、図7に示すように、非集束電子放出領域35上の絶縁層40を薄膜状に形成することにより、同様の効果を得ることもできる。

【0058】〔第三実施形態〕次に、本発明の第三実施形態について図8を参照して説明する。同図は同実施形態の冷陰極装置の断面図である。本実施形態にかかる冷陰極装置は、上述した第一実施形態と比べて、非集束電子放出領域35上に形成されて電子の放出を遮蔽する構造が相違する。

【0059】すなわち、該構造を、第一実施形態では、

絶縁層40の一部としているのに対し、本実施形態においては、仕事関数の高い材料を用いた表面遮蔽層を形成する構造としている。他は第一実施形態と同様な構成である。したがって、第一実施形態と同様の構成成分については、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0060】上述したように、本実施形態では、電子放出層30上の非集束電子放出領域35に、仕事関数の高い材料により形成された表面遮蔽層70を積層してある。この表面遮蔽層70は、電子放出層30から放出された電子を遮蔽するとともに、入射吸収した電子を放出しないように仕事関数の高い材料を用いることが望ましい。ただし、電子放出層30を形成する材料(ダイヤモンドなど)の仕事関数は非常に低いため、大抵の材料が表面遮蔽層70の材料となり得る。

【0061】このように表面遮蔽層70を形成することとすれば、非集束電子放出領域35からの電子放出を抑制することができるため、高品質のエミッション電流を得ることができる。また、表面遮蔽層70を薄膜状に形成した場合は、電子放出層30から放出された電子が入射することを防止することができる。したがって、帯電による電界強度分布への影響を抑制することができる。

【0062】さらに、厚膜の絶縁層40を表面遮蔽層70として使用した場合には、その絶縁層40の誘電率により、非集束電子放出領域35上の等電位線の形状がわずかに変化していたが、薄膜の表面遮蔽層70を使用した第三実施形態では電子放出層30縁近傍での等電位線の変化はほとんど発生しないため、広がりの小さい電子放出を得ることができる。

【0063】〔第四実施形態〕次に、本発明の第四実施形態について図9を参照して説明する。同図は同実施形態の冷陰極装置の断面図である。本実施形態にかかる冷陰極装置は、上述した第一実施形態と比べて、非集束電子放出領域35から放出される電子を遮蔽する手段が相違する。

【0064】すなわち、該手段について、第一実施形態は、非集束電子放出領域35に絶縁層40の一部を被覆しているのに対し、本実施形態においては、該領域35を酸素終端させて仕事関数を高くしている。他は第一実施形態と同様な構成である。したがって、第一実施形態と同様の構成成分については、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0065】上述したように、本実施形態の冷陰極装置は、非集束電子放出領域35において、この領域35上を酸化処理して酸素終端させた面36を形成することにより、仕事関数を高め、該領域35から電子を放出しにくくしてある。このような構成とすれば、非集束電子放出領域35からの電子放出を抑制することができるため、高品質のエミッション電流を得ることができる。

【0066】なお、酸素終端は、特にダイヤモンドの表面において顕著な効果を奏する。また、電子放出層表面

10

20

30

40

50

32の中央部を、負の電子親和力が期待でき電子放出が起こりやすくするために水素終端し、該表面32の周辺部との仕事関数に差を生じさせることで、上記酸素終端の場合と同様の効果を得ることもできる。さらに、電子放出層30の表面に酸素終端させる面と水素終端させる面とを設けて電子放出を抑制・促進することもできる。

【0067】〔第五実施形態〕次に、本発明の第五実施形態について図10を参照して説明する。同図は、同実施形態の冷陰極装置の断面図である。本実施形態にかかる冷陰極装置は、上述した第一実施形態と比べて、カソード電極及び電子放出層の構造が相違する。

【0068】すなわち、該構造について、第一実施形態では、カソード電極上に電子放出層を積層しているのに対し、本実施形態においては、カソード電極に形成された凹部に電子放出層を埋設している。他は第一実施形態と同様な構成である。したがって、第一実施形態と同様の構成成分については、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0069】上述したように、本実施形態の冷陰極装置は、カソード電極20に形成された凹部に電子放出層30を埋設した構成としてある。このため、電子放出層30内部に電位勾配が形成されることから、カソード電極20の中央付近の等電位線は、電子放出層30内に入り込む凹型となる。なお、図10においては、電位勾配及び等電位線は図示していない。したがって、電子放出層30上の周辺部から放出される電子であっても、電子放出層30の中央付近上に集束することから、良好なエミッション電流が形成される。

【0070】また、このような構造では、電子放出層30の側面が露出しないため、エミッション電流に影響を及ぼす電子が誘発するような電界集中は起こらない。さらに、カソード電極20の露出面が電子放出層30の露出面の周囲を囲んでいる構造となっているため、電子放出層30は、カソード電極20とゲート電極50との間に起こる密なる電界強度からは離間するとともに、電子放出層30露出面上の均一な等電位線にのみ影響を受ける。したがって、均一な等電位線に垂直方向に放出電子が進行するため、高品質のエミッション電流を得ることができる。

【0071】なお、本実施形態にあつては、図4に示された冷陰極装置の平面パターンにおいて、ゲート開口縁52と電子放出層30の露出面との間に、カソード電極20が形成される。また、カソード電極20の露出面と電子放出層30の露出面が同一面上となつても、等電位線はカソード電極20の中央付近において凹型となるため、上記と同様な効果を得ることができる。

【0072】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の冷陰極装置によれば、電子放出層の露出面上の周辺部である非集束電子放出領域に絶縁層又は表面遮蔽層を積層

することにより、この領域から放出してエミッション電流の集束性を悪化させていた電子を遮蔽することができる。したがって、電子放出層の中央付近である集束電子放出領域から放出された電子によつてのみエミッション電流が形成されるため、集束性の向上を図ることができる。さらに、ディスプレイへの応用においては、より広がりの小さい高精細な電子ビームの照射を可能とする。

【0073】また、電子放出層の側面を露出しないように形成することにより、この側面と表面とに挟まれた角部を露出しないようにする。このことにより、該角部に集中した電界に誘引されて起こる電界強度分布の歪曲を抑制することができる。

【0074】また、電子放出層上の周辺部に形成される絶縁層又は表面遮蔽層の層厚を薄くして表面積を狭くすることにより、電子放出層から放出された電子の入射量を少なくして帯電を抑制することができる。加えて、帯電による、等電位線及び他の電子の飛翔軌跡への影響を防止することができ、エミッション電流の品質の安定化を図ることができる。

【0075】また、カソード電極に設けられた凹部に電子放出層を埋設することにより、そのカソード電極上の等電位線を凹型にする。これにより、電子放出層上の周辺部から放出される電子であっても、電子放出層中央付近上で収束されるため、エミッション電流の広がりを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施形態の冷陰極装置の構成を示す断面構成図である。

【図2】図1の冷陰極装置に電圧を印加した場合の構成を示す断面構成図である。

【図3】図2における電子放出層表面上の電界強度の分布を示す電界強度分布図である。

【図4】本発明の第一実施形態の冷陰極装置の構成を示す平面図である。

【図5】本発明の第一実施形態の冷陰極装置の製造工程を示す工程順断面図である。

【図6】本発明の第二実施形態の冷陰極装置の構成を示す断面構成図である。

【図7】本発明の第二実施形態の冷陰極装置の他の構成を示す断面構成図である。

【図8】本発明の第三実施形態の冷陰極装置の構成を示す断面構成図である。

【図9】本発明の第四実施形態の冷陰極装置の構成を示す断面構成図である。

【図10】本発明の第五実施形態の冷陰極装置の構成を示す断面構成図である。

【図11】従来の冷陰極装置に電圧を印加した場合の構成を示す断面構成図である。

【図12】図10における電子放出層表面の電界強度の分布を示す電界強度分布図である。

【図 1 3】従来の他の冷陰極装置の構成を示す断面構成図である。

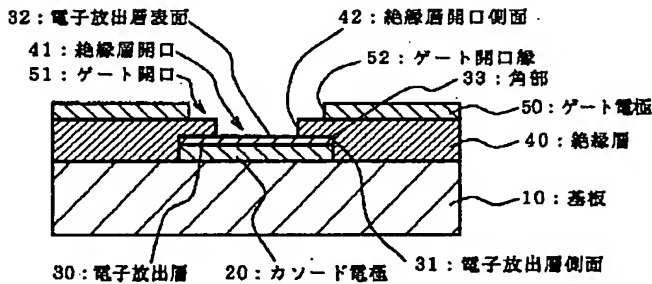
【符号の説明】

- 10 基板
- 20 カソード電極
- 30 電子放出層
- 31 電子放出層側面
- 32 電子放出層表面
- 33 角部
- 34 集束電子放出領域
- 35 非集束電子放出領域
- 36 酸素終端面
- 40 絶縁層
- 41 絶縁層開口
- 42 絶縁層開口側面
- 50 ゲート電極

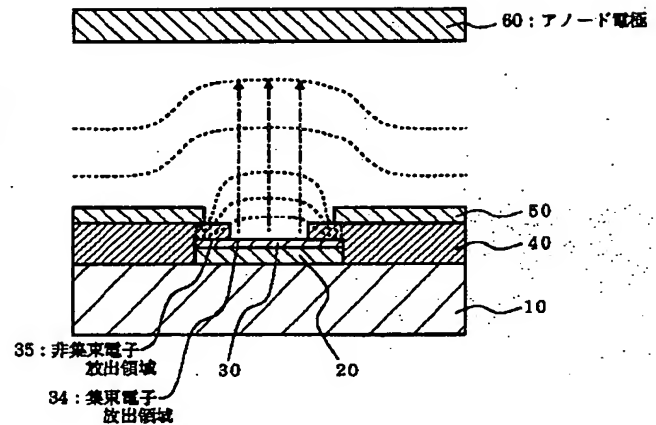
- 51 ゲート開口
- 52 ゲート開口縁
- 60 アノード電極
- 70 表面遮蔽層
- 80 等電位線
- 90 電子軌跡
- 100 基板
- 200 カソード電極
- 300a 電子放出層
- 300b 電子放出層
- 310 電子放出面
- 320 側面
- 330 角部
- 400 絶縁層
- 500 ゲート電極
- 600 アノード電極

【図 1】

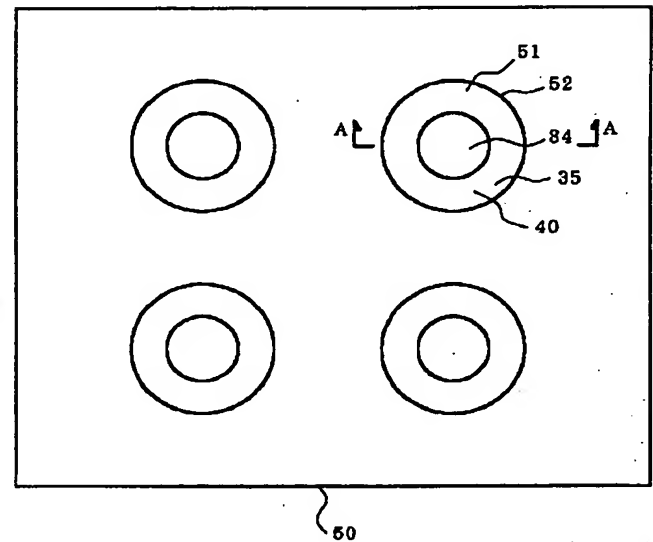
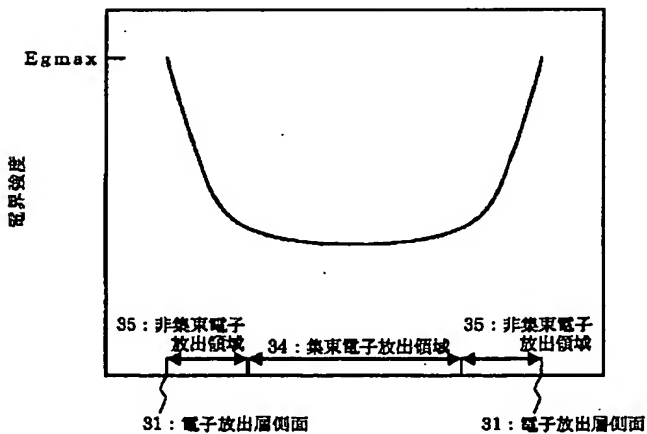
【図 2】



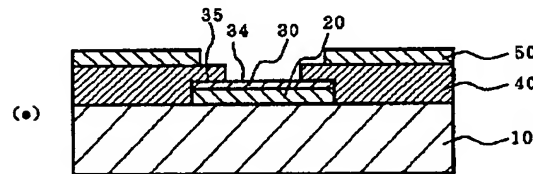
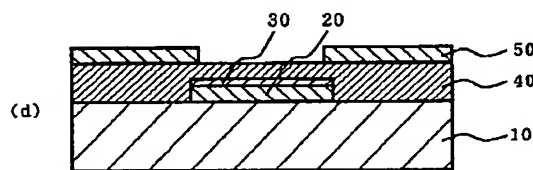
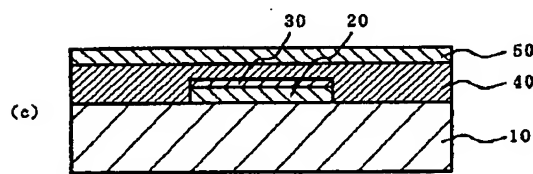
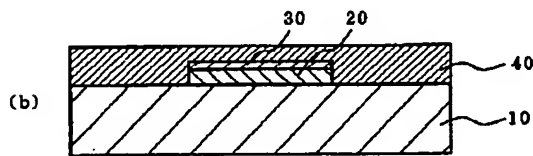
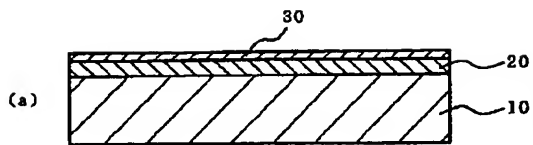
【図 3】



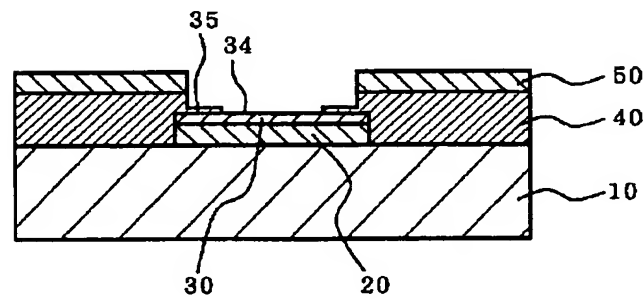
【図 4】



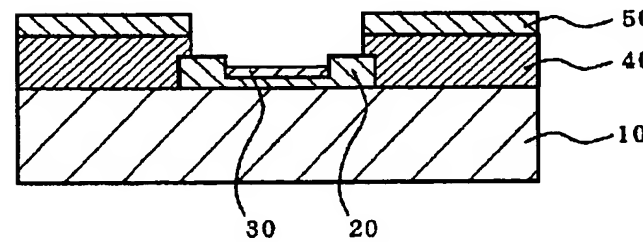
【図 5】



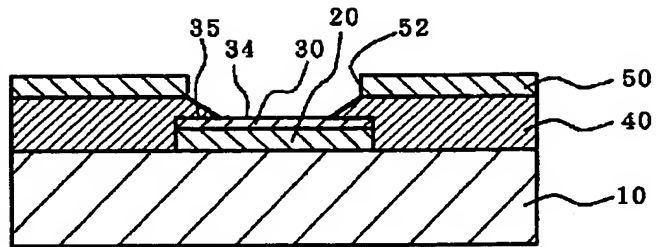
【図 7】



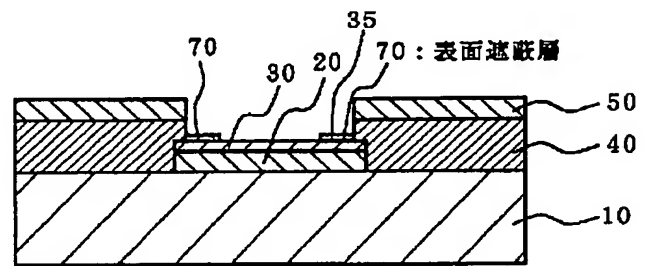
【図 10】



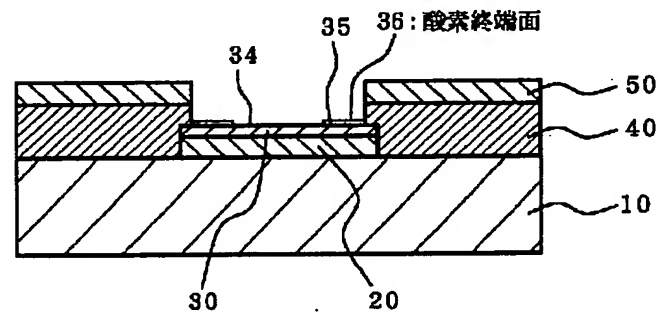
【図 6】



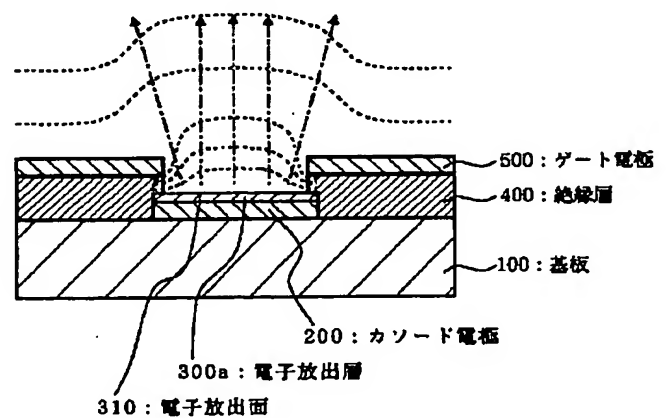
【図 8】



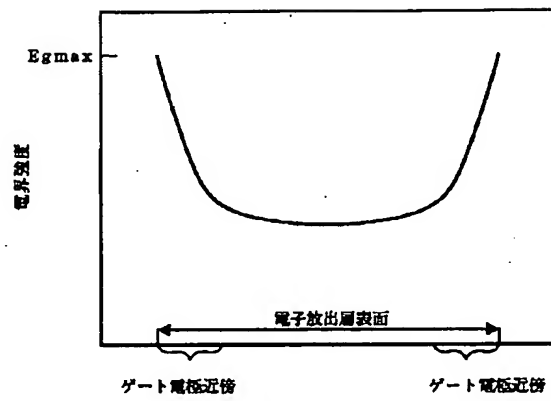
【図 9】



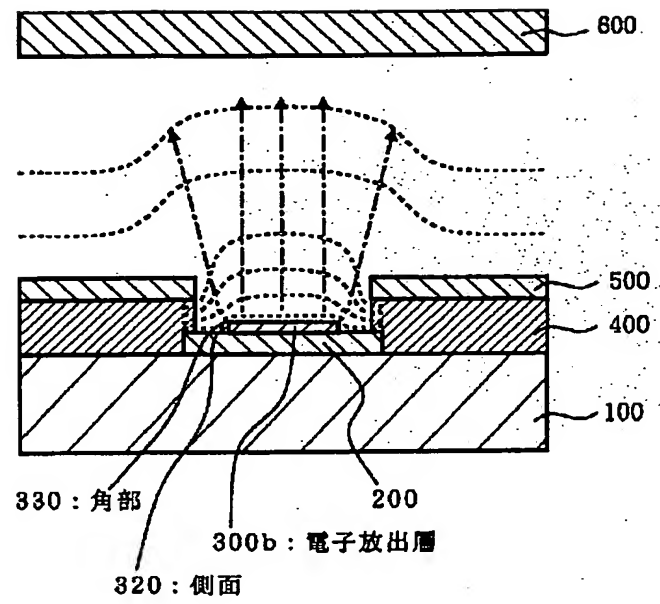
【図 11】



【図 12】



【図 13】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)